

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

DRVNOTEHNOLOŠKI PROCESI

MATIJA NAKIĆ

OTPORNOST NA ABRAZIJU ULJENIH DRVENIH PODNIH OBLOGA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2017.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

OTPORNOST NA ABRAZIJU ULJENIH DRVENIH PODNIH OBLOGA

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Drvnotehnološki procesi

Predmet: Tehnologija drvnih proizvoda za graditeljstvo

Ispitno povjerenstvo:

1. Doc. dr. sc. Vjekoslav Živković
2. Prof. dr. sc. Vlatka Jirouš Rajković
3. Prof. dr. sc. Hrvoje Turkulin

Student: Matija Nakić

JMBAG: 0068217291

Broj indeksa: 614/2015

Datum odobrenja teme: 29.3.2017.

Datum predaje rada: 1.9.2017.

Datum obrane rada: 22.9.2017

Zagreb, rujan. 2017.

| | |
|---------------------|--|
| Naslov | Otpornost na abraziju uljenih podnih drvenih obloga |
| Title | Abrasion resistance of oil protected wood floorings |
| Autor | Matija Nakić |
| Adresa autora | Prominska ulica 58, Zagreb |
| Mjesto izrade | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu |
| Vrsta objave | Diplomski rad |
| Mentor | Doc. dr. sc. Vjekoslav Živković |
| Izradu rada pomogao | Doc. dr. sc. Vjekoslav Živković |
| Godina objave | 2017. |
| Obujam | 35 stranica, 10 tablica, 38 slika, 20 navoda literature |
| Ključne riječi | Ulje, otpornost na abraziju, drvene podne obloge |
| Key words | Oil, abrasion resistance, wood floorings |
| Sažetak | <p>Svrha ovog rada je izrada ispitne metode za uljem zaštićene površine drvenih podova. Uljene podne obloge vrlo su male trajnosti te je potrebna modifikacija postojećih metoda ispitivanja kako bi se mogle utvrditi razlike između pojedinih premaza. Koristeći abazer, metilensko plavilo i fotografiju u ovom diplomskom radu došlo se do zaključaka o trajnosti ulja i o načinima ispitivanja. Zaključci istraživanja pokazuju da je ovakvim načinom ispitivanja uljenih podnih obloga na abraziju teško utvrditi postojanost ulja na abraziju i usporediti je s lakovima iako se korištenjem finih brusnih papira mogu utvrditi razlike između ulja. Najveća razlika je između oksidativnih i UV ulja iako postoje i oksidativna ulja veće kvalitete. Zbog toga je potrebno nastaviti istraživanja kako bi se ustanovila pouzdana metoda temeljem koje bi se moglo rangirati ulja po otpornosti na abraziju međusobno, a onda i komparirati s lakovima.</p> |

| | | |
|---|-------------------------------------|----------------------|
|  | IZJAVA O IZVORNOSTI RADA | OB ŠF 05 07 |
| | | Revizija: 1 |
| | | Datum: 28.6.2017. |

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

vlastoručni potpis

Matija Nakić

U Zagrebu, 22. rujna 2017.

Sadržaj

| | |
|--|-------------|
| Popis slika | VI |
| Popis tablica..... | VIII |
| 1. Uvod..... | 1 |
| 1.1. Drvo..... | 1 |
| 1.2. Materijali za površinsku obradu..... | 2 |
| 1.3. Ispitivanja trajnosti podnih obloga (norme za ispitivanje abrazije) | 5 |
| 2. Cilj istraživanja | 8 |
| 3. Materijali i metode | 9 |
| 3.1. Materijali | 9 |
| 3.2. Priprema uzoraka | 11 |
| 3.3. Metode | 13 |
| 4. Rezultati | 16 |
| 4.1. Određivanje granulacije brusnog papira | 17 |
| 4.2. Gubitak mase..... | 19 |
| 4.2.1. Apsolutni gubitak mase..... | 20 |
| 4.2.2. Gubitak mase po broju ciklusa | 23 |
| 4.3. Metilensko plavilo | 28 |
| 5. Rasprava..... | 34 |
| 6. Zaključci..... | 35 |
| Literatura | 36 |
| 10. Sažetak..... | 38 |
| 11. Summary..... | 39 |

Popis slika

Slika 1: Taber 5135 abrazer i Sartorius vaga na 4 decimale

Slika 2: Pripremljeni uzorak

Slika 3: Potrošeni uzorak nakon 50 ciklusa

Slika 4: Uzorak S5-8 nakon 20 ciklusa

Slika 5: Uzorak S5-9 nakon 40 ciklusa

Slika 6: Uzorak S5-2 nakon 60 ciklusa

Slika 7: Uzorak S5-1 nakon 80 ciklusa

Slika 8: Prosječan broj ciklusa brušenja brusnim papirima do potpunog trošenja

Slika 9: Apsolutni gubitak mase na potpuno potrošenom uzorku

Slika 10. Apsolutni gubitak mase u ovisnosti s brojem ciklusa

Slika 11: Linearno trošenje uzorka S3

Slika 12: Linearno trošenje uzorka S4 s promjenom trošenja na 13. ciklusu

Slika 13: Maksimalne vrijednosti broja postignutih ciklusa pojedinih uzoraka

Slika 14: Prosječno trošenje uzorka S1 po broju ciklusa

Slika 15: Prosječno trošenje uzorka S2 po broju ciklusa

Slika 16: Prosječno trošenje uzorka S3 po broju ciklusa

Slika 17: Prosječno trošenje uzorka S4 po broju ciklusa

Slika 18: Prosječno trošenje uzorka S5 po broju ciklusa

Slika 19: Prosječno trošenje uzorka S6 po broju ciklusa

Slika 20: Prosječno trošenje uzorka UV ulje po broju ciklusa

Slika 21: Uzorak S6-B

Slika 22: Uzorak S6-B nakon obrade fotografije

Slika 23: Uzorak S1-6 nakon 90 ciklusa

Slika 24: Uzorak S1-6 nakon obrade fotografije

Slika 25: Potrošenost uzorka S1 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Slika 26: Uzorak S2-4 nakon 90 ciklusa

Slika 27: Uzorak S2-4 nakon obrade fotografije

Slika 28: Potrošenost uzorka S2 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Slika 29: Uzorak S3-3 nakon 90 ciklusa

Slika 30: Uzorak S3-3 nakon obrade fotografije

Slika 31: Potrošenost uzorka S3 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Slika 32: Uzorak S4-2 nakon 90 ciklusa

Slika 33: Uzorak S4-2 nakon obrade fotografije

Slika 34: Potrošenost uzorka S4 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Slika 35: Uzorak S5-2 nakon 90 ciklusa

Slika 36: Uzorak S5-2 nakon obrade fotografije

Slika 37: Potrošenost uzorka S5 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Slika 38: Broj ciklusa u odnosu s apsolutnim gubitkom mase i postotkom potrošenosti

Popis tablica

Tablica 1: Važnije nezasićene masne kiseline (<https://tkojetko.irb.hr/>)

Tablica 2: Neke metode ispitivanja otpornosti na abraziju (Athey, 1999.)

Tablica 3: Metode za ispitivanje drvenih podnih obloga

Tablica 4: Svojstva i specifikacija ulja prema podacima proizvođača
(<http://rubiomonocoat.com>, <http://www.loba.de>)

Tablica 5: Međusobna usporedba uzoraka (Bonferroni t-test)

Tablica 6: Potrošenost uzoraka S1 nakon određenog broja ciklusa

Tablica 7: Potrošenost uzoraka S2 nakon određenog broja ciklusa

Tablica 8: Potrošenost uzoraka S3 nakon određenog broja ciklusa

Tablica 9: Potrošenost uzoraka S4 nakon određenog broja ciklusa

Tablica 10: Potrošenost uzoraka S5 nakon određenog broja ciklusa

1. Uvod

1.1. Drvo

Drvo je prirodan, nehomogen, anizotropan lignocelulozni materijali koji ljudi poznaju od davnina. (Špoljarić, 1987.). U početku su ljudi koristili prirodno neobrađeno drvo koje je bilo vrlo male trajnosti te je bilo podložno utjecaju gljiva truležnica i sunca te sivljenju pod utjecajem sunčevog UV zračenja. Godinama su se ljudi pokušavali dosjetiti kako sačuvati boju i kvalitetu drvnih proizvoda te su osmislili načine konstrukcijske zaštite. Pronađeni su načini zaštite drva solima, bakrom te drugim prirodnim solima i materijalima, a razvojem kemijske industrije došlo je do razvoja boja i lakova (Hasan, 2017.).

U današnje vrijeme sve više pažnje posvećuje se ekološkim aspektima zaštitnih premaza za drvene površine. Sve više se izbjegavaju otapalni lakovi te se sve više pažnje posvećuje razvoju premaza na prirodnoj bazi ili sa što manjim udjelom otapala i velikim udjelom suhe tvari. Neka od takovih zaštitnih sredstava su oksidativna i UV ulja i lakovi koji su ekološki najprihvatljiviji, ali imaju veliku manjkavost u pogledu otpornosti na habanje, abraziju i ostala mehanička trošenja materijala. Uljem zaštićeni drveni podovi imaju potrebu za čestim obnavljanjem te se zbog sve većeg udjela na tržištu javlja se i potreba za ispitivanjem trajnosti na abraziju oksidativnih i UV ulja. Dok za ispitivanje površina elemenata lakiranih podnih obloga postoje norme, za ulja nisu definirane te ne postoji veza između postojanosti lakiranih i uljenih površina u uporabi.

1.2. Materijali za površinsku obradu

Lakovi su površinski premazi na bazi celuloze, alkidnih smola, poliestera ili poliuretana (Ljuljka, Jirouš-Rajković, 2005.) te su zbog svojih dobrih zaštitnih svojstava danas najčešće korišteni proizvodi u stolarijama i pogonima za proizvodnju namještaja. Iako su najkorišteniji, imaju veliku manu toksičnosti i negativnog utjecaja na čovjekovo zdravlje. Iako se ubrzano razvijaju vodeni lakovi, oni i dalje sadrže amine i organska otapala koja štete okolišu. Zbog toga velika većina boja i lakova danas podliježe strogim kontrolama Agencije za zaštitu okoliša koji kontroliraju zbrinjavanje otpadnih boja i lakova te prati godišnju potrošnju materijala za površinsku obradu, posebice kod velikih potrošača. Tu su također i institucije poput Hrvatskog zavoda za zaštitu zdravlja i sigurnosti na radu koje kontroliraju radne uvjete i izloženost radnika štetnim spojevima.

Razvojem ljudske svijesti za okoliš te njegovu zaštitu, ali i poučeni istraživanjima o štetnosti lakova na ljudsko zdravlje počela je potraga za nekada korištenim prirodnim materijalima koji ne štete okolišu i čovjekovom zdravlju. To su materijali koji ovrđavaju oksidacijom i koji su nekada imali veliko uporabno značenje (Ljuljka, Jirouš-Rajković, 2005). Na bazi prirodnih ulja poput tikovog ili kokosovog ulja došlo je do razvoja prirodnih i sintetskih ulja i voskova koji nemaju negativnog utjecaja na čovjeka, ali imaju veliku manu male trajnosti.

Ulja su esteri viših masnih kiselina s alkoholom glicerolom (Ljuljka, Jirouš-Rajković, 2005). S obzirom na vrstu i količinu masnih kiselina (tablica 1.) s većim ili manjim brojem dvostrukih veza, ulja pokazuju veću ili manju sušivost pa se razlikuju sušiva, polusušiva i nesusšiva ulja. Ulja su sušivija porastom udjela nezasićenih masnih kiselina, tj. povećanjem broja dvostrukih veza u lancu. Danas su najvažnija sušiva ulja laneno, drveno, tung, orahovo i perilla ulje. Sušiva ulja upotrebljavaju se kao veziva za pripremu firnisa, uljnih boja, uljnih lakova te zamodificiranje alkidnih smola sušivih na zraku (Ljuljka, Jirouš-Rajković, 2005).

Tablica 1: Važnije nezasićene masne kiseline (<https://tkojetko.irb.hr/>)

| Naziv | Broj dvostrukih veza | Broj C-atoma | Formula | Nalazište |
|---|----------------------|--------------|---|---------------------------------------|
| Palmitooleinska (cis-9-heksadecenska) | 1 | 16 | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | Maslac, biljne masti |
| Oleinska – uljna (cis-9-oktadecenska) | 1 | 18 | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | Sve biljne i životinjske masti |
| Elaidinska (trans-9-oktadecenska) | 1 | 18 | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | Hidrirane masti |
| Linolna (cis, cis-9, 12, 15-, oktadekadienska) | 2 | 18 | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ | U većini biljnih i životinjskih masti |
| Linolenska (cis, cis, cis-9, 12-oktadekatrienska) | 3 | 18 | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ | Ulje lana, soje, konoplje, oraha |
| Eleostearinska (cis, trans, trans-, 9, 11, 13-oktadekatrienska) | 3 | 18 | $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}=\text{CH})_3-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ | Tungovo ulje |

Prirodni voskovi mogu biti biljnog i životinjskog podrijetla ili mogu biti proizvedeni iz nafte. U drвноj industriji najzanimljiviji su prirodni voskovi poput pčelinjeg voska, karnauba voska koji se dobiva od listova palme karnaube te montan vosak fosilnog podrijetla koji se dobiva ekstrakcijom iz smeđeg ugljena.

Zbog tehničkih nedostataka prirodnih voskova došlo je do razvoja modificiranih prirodnih materijala. Modifikacijom sušivih prirodnih ulja dobivaju se bolji filmogeni materijali, tj. sastojci za neke lakove. U kombinaciji s voskovima često se primjenjuju

za izradu prirodnih lakova. Modificirani prirodni voskovi najčešće su voskovi dobiveni preradom nafte, tj. parafinski voskovi (Ljuljka, Jirouš.-Rajković, 2005). Debljina filma kod oksidativnih i UV ulja za uporabu na podovima najčešće je vrlo tanka, između 18 i 22 μm , dok je kod UV lakova oko 70 μm . Ulja pokazuju dobru otpornost na klizavost i otpornost na kemikalije, dok su otpornost na abraziju i otpornost na ogrebotine vrlo mali (Živković i suradnici, 2015.).

Ulja se danas najčešće nanose na parketne elemente od hrastovine, bukovine i jasenovine. Zbog boljih svojstava sve više se koristi i toplinski modificirano drvo. Ipak, na svojstva površine više utječe vrsta premaza od same sirovine od koje je proizvedena podna obloga (Živković i suradnici, 2015.).

1.3. Ispitivanja trajnosti podnih obloga (norme za ispitivanje abrazije)

Premaz na površini drva može biti zaštitni i dekorativni. U oba slučaja potrebno je utvrditi njegovu trajnost i otpornost na mehanička oštećenja. Simulaciju oštećenja moguće je postići abrazivnim materijalima poput brusnog papira ili pijeska, jednostavnim trljanjem materijala o tvrdi predmet ili na neki drugi način (Athey, 1999.). U tablici 2. nalaze se neki načini ispitivanja abrazije.

Tablica 2: Neke metode ispitivanja otpornosti na abraziju (Athey, 1999.)

| Tip ispitivanja | Način ispitivanja |
|------------------|----------------------------|
| Olovka | Ručno pod kutem 45° |
| Padajući pijesak | Abrazijom |
| Zračna struja | Abrazijom u zračnoj struji |
| Taber abazer | Abrazivni kotačići |

Metode navedene u tablici 2. osnova su najčešće korištenih metoda da ispitivanje otpornosti površine na abraziju za različite podne obloge. Ispitivanje olovkom koristi se za najabrazivnije premaze koji su neotporni na trošenje, dok je u današnjim normama najčešće definirana abrazija padajućim pijeskom ili abrazivnim kotačićima. Današnja ispitivanja se izvode prema normama u tablici 3. ovisno o vrsti podne obloge koja se ispituje.

Tablica 3: Pregled metoda za ispitivanje drvenih podnih obloga

| Vrsta ispitivane podne obloge | Norma za ispitivanje podne obloge | Vrsta ispitivanja | Iskazivanje rezultata |
|---|--|--|--|
| HRN EN 14904:2006 Površine sportskih terena - Površine u zatvorenom prostoru za višenamjensku sportsku uporabu | HRN EN ISO 5470-1:2016 Plošni tekstil naslojen gumom ili plastikom -- Određivanje otpornosti na habanje -- 1. dio: Habalica po Taberu (ISO 5470-1:2016; EN ISO 5470-1:2016) | Taber abrazerom s kotačima CS-10 i utezima 500g | Gubitak mase nakon 1000 ciklusa |
| HRN EN 438-2:2016 Visokotlačni dekorativni laminati (HPL) – Ploče na osnovi duromernih smola (uobičajeno se nazivaju laminati) – 2. dio: Određivanje svojstava | HRN EN 13329:2016 Laminatne podne obloge – Elementi s površinskim slojem na bazi aminoplastičnih termostabilnih smola – Specifikacije, zahtjevi i metode ispitivanja | Taber abrazerom s gumenim kotačima obloženim brusnim papirom S-42 | Ukupan broj okretaja potreban za postizanje točke trošenja |
| HRN EN 14354:2008 Ploče na osnovi drva - Podne obloge obložene furnirom | HRN EN 13696:2009 Podne obloge (uključujući parket) – Određivanje otpornosti na elastičnost i otpornosti na trošenje | Taber abrazerom s pijeskom S-41 i kotačima obloženim kožom S-39 + utezi 1kg | Ukupan broj okretaja zaokružen na prethodnih 100 ciklusa |

Trajnost sintetskih lakova procjenjuje se na i preko 30 godina (Lacković, Zagorec, 2004.) normalne upotrebe u svakodnevnom životu bez potrebe za obnavljanjem premaza, dok se kod ulja i voskova trajnost procjenjuje na svega jednu, dvije ili tri godine (Galeković, 2012.). Ipak, nisu svi lakovi jednako trajni te su razvijene metode za ispitivanje trajnosti takvih površina koje se zbog prilično velike trajnosti premaza mogu prilično precizno utvrditi prema europskim i hrvatskim normama. Korištenjem abrazera u kombinaciji kožom obloženih kotača i sustava padajućeg pijeska najčešće se određuje otpornost na abraziju lakova za primjenu na podovima. Problem je međutim ocijeniti kada je postignuta tzv. točka trošenja koja služi kao mjera otpornosti laka na abraziju. Kao pomoćno sredstvo se koristi metilensko plavilo ($C_{16}H_{18}ClN_3S$) čijim nanošenjem na uzorak stvara kontrast između laka i drva pa se lakše ustanovi potrošenost laka. Nakon brisanja metilenskog plavila krpom na lakiranoj ili uljenoj površini ne ostaje nikakav trag. Ukoliko je površina oštećena metilensko plavilo će obojati drvo što je znak potrošenosti sredstva površinske zaštite.

2. Cilj istraživanja

Hipoteza ovog istraživanja je da se metoda za ispitivanje trošenja uljem zaštićenih drvenih površina za podne obloge može kreirati modifikacijom postojećih postupaka za ispitivanje trošenja lakiranih drvenih površina. Također se može utvrditi razlika u trajnosti između vrste ulja i voskova bez obzira na njihovu vrlo sličnu kemijsku strukturu.

Specifični ciljevi ovog istraživanja su sljedeći:

1. Razviti metodu za ispitivanje trošenja uljem i voskovima premazanih drvenih površina
2. Odrediti abrazivna sredstva prikladna za abraziju ulja
3. Utvrditi trajnost uljnih premaza
4. Utvrditi korelaciju između gubitka mase i vrste ulja
5. Usporediti rezultate različitih vrsta ispitivanih ulja

3. Materijali i metode

3.1. Materijali

Za ispitivanje abrazije korišteno je šest vrsta ulja od čega je šest oksidacijskih tipova ulja. Ulja su nanošena na bukove dašćice.

Drvo bukve koje je korišteno u ovome istraživanju je vrsta koje raste na području Republike Hrvatske. Osim što je vrlo rasprostranjene, bukovina je prema podacima Hrvatskih šuma d.o.o. najprerađivanija vrsta drva u Republici Hrvatskoj. Ipak, za podne obloge najčešće se prerađuje hrastovina, a bukovina je odabrana zbog svojih makroskopskih svojstava, ponajprije zbog boje i homogene makroskopske strukture bez velikih pora.

Bukovina (*Fagus sylvatica*, L.) značajna je zbog svoje prilično homogene makroskopske strukture bez velikih pora. Drvo je bijeložućkasto, a na zraku potamni, prelazi u intenzivno crvenosmeđu boju, a prosušena je blijedo – crvenkasto smeđe boje. (Spoljarić, 1987.)

U istraživanju je od opreme korišten i rotacijski uređaj za ispitivanje otpornosti elemenata drvenih podova na abraziju Taber 5135 (slika 1.), Sartorius analitička vaga na četiri decimale i plava vodena otopina, tzv. metilensko plavilo. Navedeni uređaji se koriste prema normama za ispitivanje EN 438-2:2005: Visokotlačni dekorativni laminati (HPL) – Ploče na osnovi duromernih smola (uobičajeno se nazivaju laminati) – 2. dio: Određivanje svojstava i HRN EN 13329+A1:2008: Laminatne podne obloge – Elementi s površinskim slojem na bazi aminoplastičnih termostabilnih smola – Specifikacije, zahtjevi i metode ispitivanja. Navedene norme odabrane su zbog jednostavnosti norme i sličnosti ispitivanih materijala.



Slika 1: Taber 5135 abrazer i Sartorius vaga na 4 decimale

Za potrebe istraživanja korišteni su CS-0 gumeni kotačići. Radi slabe abrazivnosti na CS-0 gumene kotačiće postavljeni su brusni papiri granulacije P320, P800 i P1200 zbogvelike abrazivnosti ispitivanih uzoraka.

3.2. Priprema uzoraka

Uzorci su se pripremali u klimatiziranom laboratoriju na temperaturi $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ i $50\pm 5\%$ relativne vlage zraka prema preporukama proizvođača ulja za površinsku zaštitu podnih obloga od drva. Pripremljene su bukove daščice koje su brušene finim brusnim papirom granulacije P1000 kako bi se dobila što finija površina i izbjegle neravnine koje mogu negativno utjecati na ispitivanje. Prije nanosa ulja površina je očišćena od piljevine i prašine te je pripremljeni uzorak prikazan na slici 2.



Slika 2: Pripremljeni uzorak

Koraci pripreme uzoraka:

1. Brušenje uzoraka seljačkog poda 1000 x 120 x 20 mm
2. Brušenje uzoraka brusnim papirom P1000
3. Čišćenje površine od prašine i drugih nečistoća
4. Prostoručno pod kutem 45° nanošenje tragova olovke na uzorak
5. Nanošenje ulja prema preporuci proizvođača
6. Sušenje uzorka
7. Kondicioniranje uzorka

Za potrebe istraživanja pripremljeno je šest vrsta ulja. Prije nanošenja ulja na dašćice grafitnom olovkom iscrtane su linije kako bi se mogla pratiti potrošenost površine. Ulja su nanošena na bukove ili jasenove dašćice strojno ili ručno, ovisno o vrsti ulja i preporuci proizvođača. U tablici 4. nalaze se tehničke specifikacije korištenih ulja.

Tablica 4: Svojstva i specifikacija ulja prema podacima proizvođača
(<http://rubimonocoat.com>, <http://www.loba.de>)

| Oznaka uzorka | Vrsta ulja | Broj slojeva | Količina nanosa | Trajanje sušenja [h] | Način nanosa |
|---------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|--|--------------|
| S1 | Rubio 2K | 1 sloj | 30 – 50 m ² /l | 24 - 36 | Krpicom |
| S2 | Rubio 2K + maintenance oil | 1. sloj | 30 -50 m ² /l | 24 - 36 | Krpicom |
| | | 2. sloj | 37,5 – 50 m ² /l | 6 -8 | Spužvom |
| S3 | Rubio 2K + Clear seal | 1. sloj | 30 – 50 m ² /l | 24 – 36 | Krpicom |
| | | 2. sloj | 12,9 m ² /l | 8 - 12 | Kistom |
| S4 | Loba Markant | 1. sloj | 10 – 15 g/m ² | 12 – 24 | Spužvom |
| | | 2. sloj | 5 – 10 g/m ² | 12 - 24 | |
| S5 | Loba 2K impact | 2 sloja | 30 – 60 g/m ² | 12 – 24 | Spužvom |
| S6 | Loba 2K impact + Markant | 2 sloja | 30 – 60 g/m ² | 12 – 24 | Spužvom |
| | | 3. sloj | 10 – 15 g/m ² | 12 – 24 | |
| | | 4. sloj | 5 – 10 g/m ² | 12 - 24 | |
| UV | UV ulje | 2 sloja | 5 – 20 g/m ² | UV lampom snage 80 W/cm, ovisi o broju lampi | Strojno |
| | | 3. sloj | 13 – 25 g/m ² | | |
| | | 4. sloj | 4 – 10 g/m ² | | |

3.3. Metode

Metoda ispitivanja abrazije uljem premazanih drvenih površina bazira se na metodama opisanim u EN 438-2:2005 i HRN EN 13329+A1:2008 koje se temelje na abraziji materijala abrazivnim sredstvima. U ovom ispitivanju koristi se abrazer Taber 5135 koji vrti CS-0 gumene kotačiće na koje su postavljeni brusni papiri granulacije P320, P800 i P1200.

Izborom tri različite granulacije brusnog papira dobio se različit utjecaj na abraziju uljem premazane površine. Promjenom granulacije očekuje se promjena trošenja površine što znači da bi brusni papiri veće granulacije trebali davati veće razlike između rezultata, tj. pokazati razliku između ulja. Svaki uzorak se nakon 10 ciklusa vrtnje vagao i vizualno pregledavato. Vizualnim pregledom ustanovilo se da li je još uvijek vidljiv trag olovke nanesen prije nanosa ulja što je dokaz nepotrošenosti premaza. Vaganjem uzorka prije i nakon vrtnje dobili su se gubitke mase koji su važni kako bi ustanovili koliko se ulja troši. Ciklusi se ponavljaju sve dok se ne potroši površinski premaz.

Postupak ispitivanja po koracima:

1. Provjera odgovarajućih klimatskih uvjeta u laboratoriju ($23\pm 2^{\circ}\text{C}$ i $50\pm 5\%$ rvz)
2. Lagano briasanje ispitne površine suhom krpicom kako bi se odstranila prašina
3. Postavljanje brusnog papira na kotače
4. Postavljanje otvor usisavača 3 do 6 mm iznad uzorka
5. Postavljanje broj ciklusa na 10
6. Nakon svakog ciklusa vaganje uzorka i vizualna procjena potrošenosti
7. Nakon svakih 80 ciklusa promijena brusni papir
8. Zaustavljanje postupak nakon što nestane trag olovke
9. Nanošenje metilenskog plavila
10. Fotografiranje uzorka

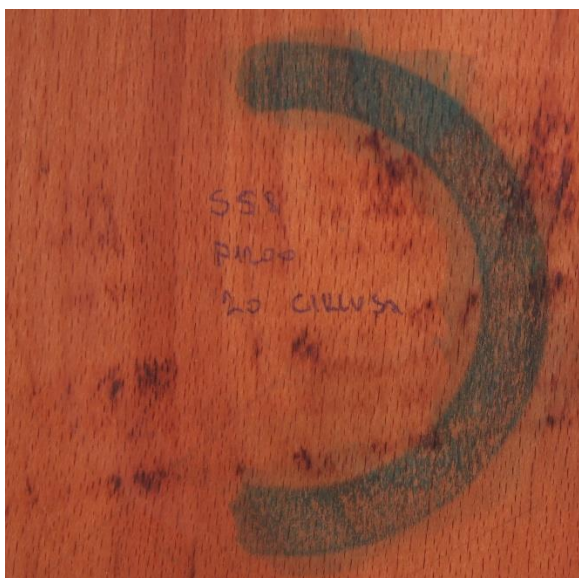
Osim traga olovke, ispitivanje potrošenosti provedeno je i nanošenjem plave vodene otopine, tj. metilenskog plavila. Metilensko plavilo na neobrađenom, tj. nepremazanom drvu ostavlja plavi trag na drvu. Ukoliko je drvo premazano

vodoodbojnim uljem, lakom ili nekim drugim sredstvom za zaštitu površine, tada metilensko plavilo nakon brisanja vlažnom krpom ne ostavlja tragove ili ostavlja jedva vidljivi blijedi trag. Nanošenjem tekućeg metilenskog plavila na lakiranu ili uljenu površinu te nakon brisanja uzorka na drvu ne ostaje nikakav trag. Ukoliko je površina oštećena metilensko plavilo će obojati drvo što je znak potrošenosti uzorka (slika 3.).

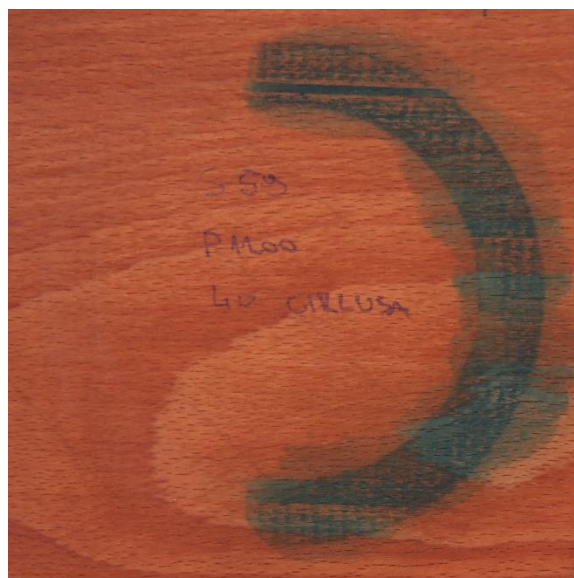


Slika 3: Potrošeni uzorak nakon 50 ciklusa

Uzorci su fotografirani Olympus digitalnom kamerom E-P45, a fotografije obrađene u programima Adobe photoshop i ImageJ. Digitalnom obradom fotografija cilj je dobiti sliku na kojoj će se vidjeti kontrast potrošenog i nepotrošenog premaza te na taj način utvrditi postotak potrošenosti. Uzorci su fotografirani nakon svakih 10 ciklusa (slike 4, 5, 6 i 7.) te je digitalno uspoređivana njihova potrošenost u postotku.



Slika 4: Uzorak S5-8 nakon 20 ciklusa



Slika 5: Uzorak S5-9 nakon 40 ciklusa



Slika 6: Uzorak S5-2 nakon 60 ciklusa



Slika 7: Uzorak S5-1 nakon 80 ciklusa

4. Rezultati

Rezultati su statistički obrađeni u programu MS Excell i SigmaPlot. Rezultati su grupirani u tri skupine.

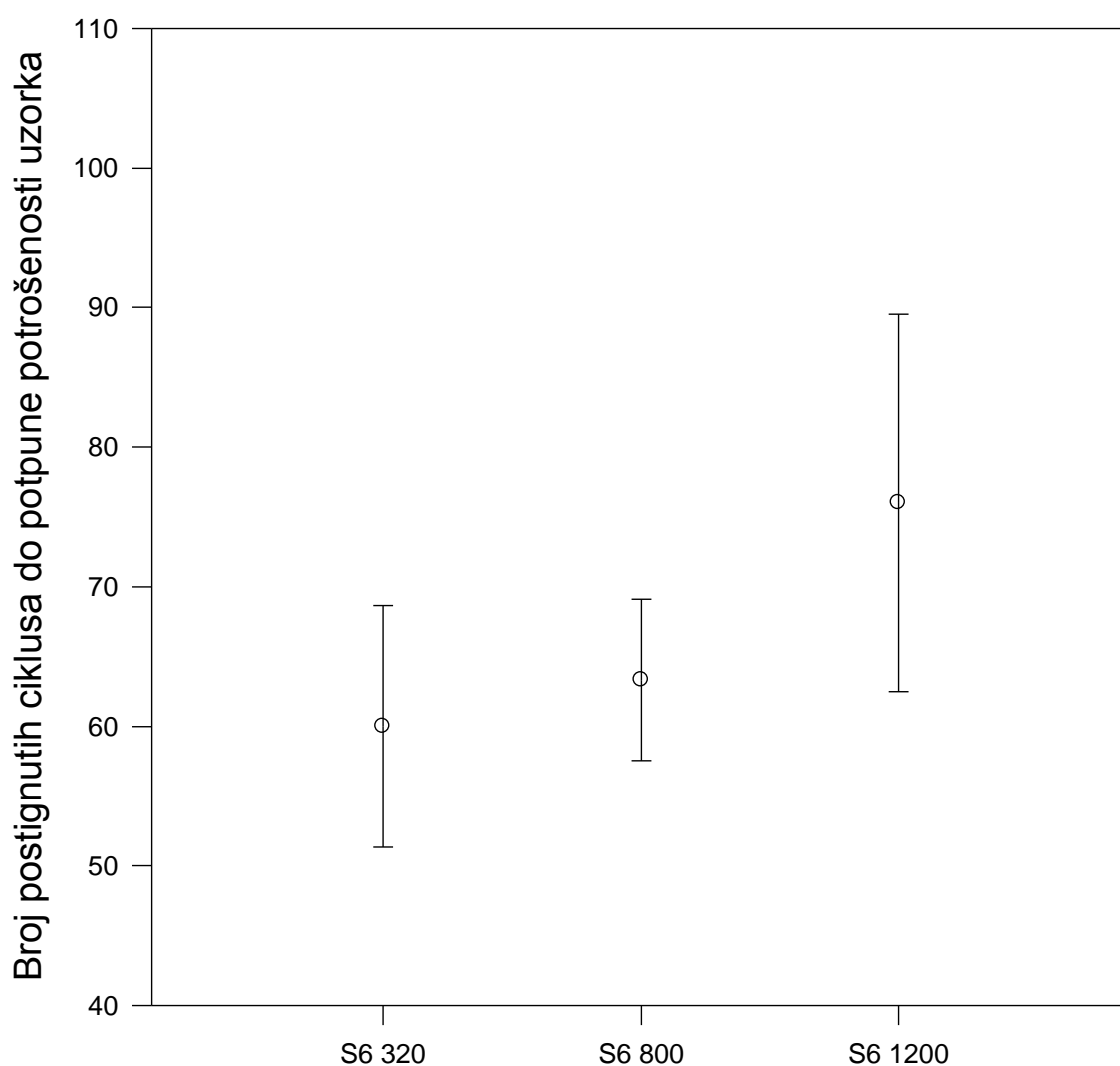
Prva skupina rezultata odnosi se na kontrolnu skupinu S6 prema kojoj smo određivali najpovoljniju granulaciju brusnog papira za abraziju uljem zaštićenih površina.

Nakon određivanja najpovoljnije granulacije brusnog papira za ispitivanje uzoraka, tj. granulacije koja daje najveće razlike gubitka mase kod različitih vrsta uzoraka, odredili su se rezultati koji se baziraju na gubitku mase površinskog premaza ulja na abraziju. Rezultati su prikazani tablično i grafički ovisno o broju ciklusa. Uspoređivani su gubitci masa prema broju ciklusa te kumulirani gubitak mase do potrošenosti uzorka.

Posljednja skupina rezultata odnosi se na vizualnu odrednicu otpornosti ulja. Ovdje su uzorci postizali određeni broj ciklusa – od potpuno nepotrošenog do potpuno potrošenog uzorka kako bi se dobila usporedba rezultata prema broju ciklusa.

4.1. Određivanje granulacije brusnog papira

U ovome ispitivanju korišteni su brusni papiri granulacije P320, P800 i P1200. Brusni papiri kakvi se inače koriste za ispitivanja lakiranih površina ovdje nisu korišteni zbog izuzetno velike abrazivnosti. Na slici 8. prikazani su prosječni brojevi postignutih ciklusa na kontrolnim uzorcima S6 ovisno o granulaciji brusnog papira.



Uzorci S6 brušeni brusnim papirima granulacije P320, P800 i P1200

Slika 8: Prosječan broj ciklusa brušenja brusnim papirima do potpunog trošenja

Statističkom obradom podataka ANOVA testom i Bonfferoni T-testom (tablica 5.) kojim su međusobno uspoređivane ispitivane granulacije (slika 8.) utvrđene su razlike u postignutom broju ciklusa između brusnih papira. Brusni papiri granulacije P320 i P800 pokazali su veću abrazivnost u odnosu na P1200. Ipak, razlika između njih je razmjerno mala te je ANOVA test pokazao statistički značajnu razliku tek u usporedbi s uzorcima podvrgnutih trošenju korištenjem brusnog papira P1200. Zbog toga što je abrazivnost ulja vrlo velika korišten je brusni papir P1200 kako bi se bolje uvidjele razlike između ulja. Prebrzom abrazijom prevelikom granulacijom brusnog papira ne bi se dobile razlike jer bi površinski svoj nestao već u prvim ciklulsima ispitivanja.

Tablica 5: Međusobna usporedba uzoraka (Bonferroni t-test)

| Usporedba | Razlika srednjih vrijednosti | t | P | P<0,050 |
|------------------|-------------------------------------|----------|----------|-------------------|
| S6 1200 i S6 320 | 16,000 | 3,160 | 0,015 | Da |
| S6 1200 i S6 800 | 12,667 | 1,746 | 0,291 | Ne |
| S6 800 i S6 320 | 3,333 | 0,454 | 1,000 | Ne |

4.2. Gubitak mase

Tijekom ispitivanja otpornosti uljenih površina na abraziju praćenjem gubitaka mase korišten je brusni papir P1200 koji je pokazao najmanju abrazivnost za uljene površine a time i preciznije određivanje točke potrošenosti ulja. Zbog boljeg razumijevanja trošenja ulja gubitak mase izražavali smo na dva načina:

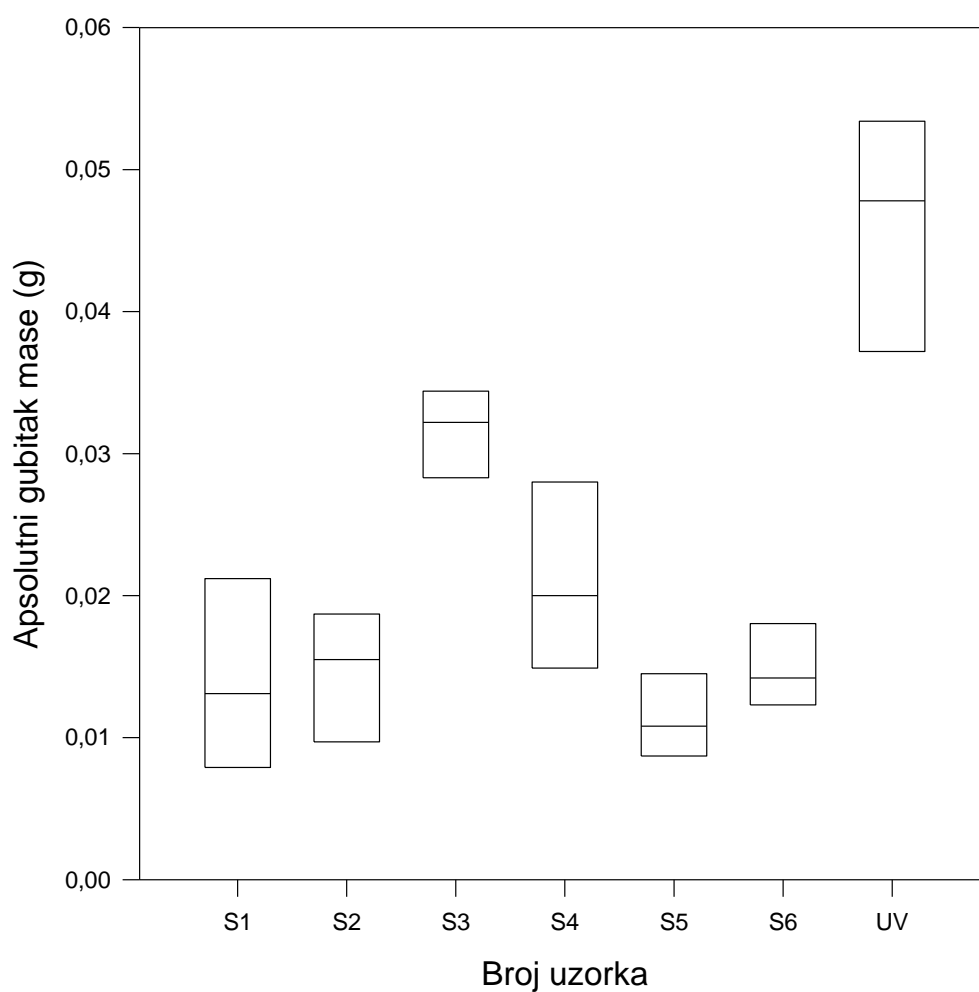
1. Apsolutni gubitak mase
2. Gubitak mase po broju ciklusa

Apsolutni gubitak mase pokazati će potreban broj ciklusa koji je potreban da bi se ulje s površine potpuno potrošilo. Pritom će rezultati pokazati kolika je ukupna promjena mase i postoji li razlika u trajnosti između ispitivanih ulja.

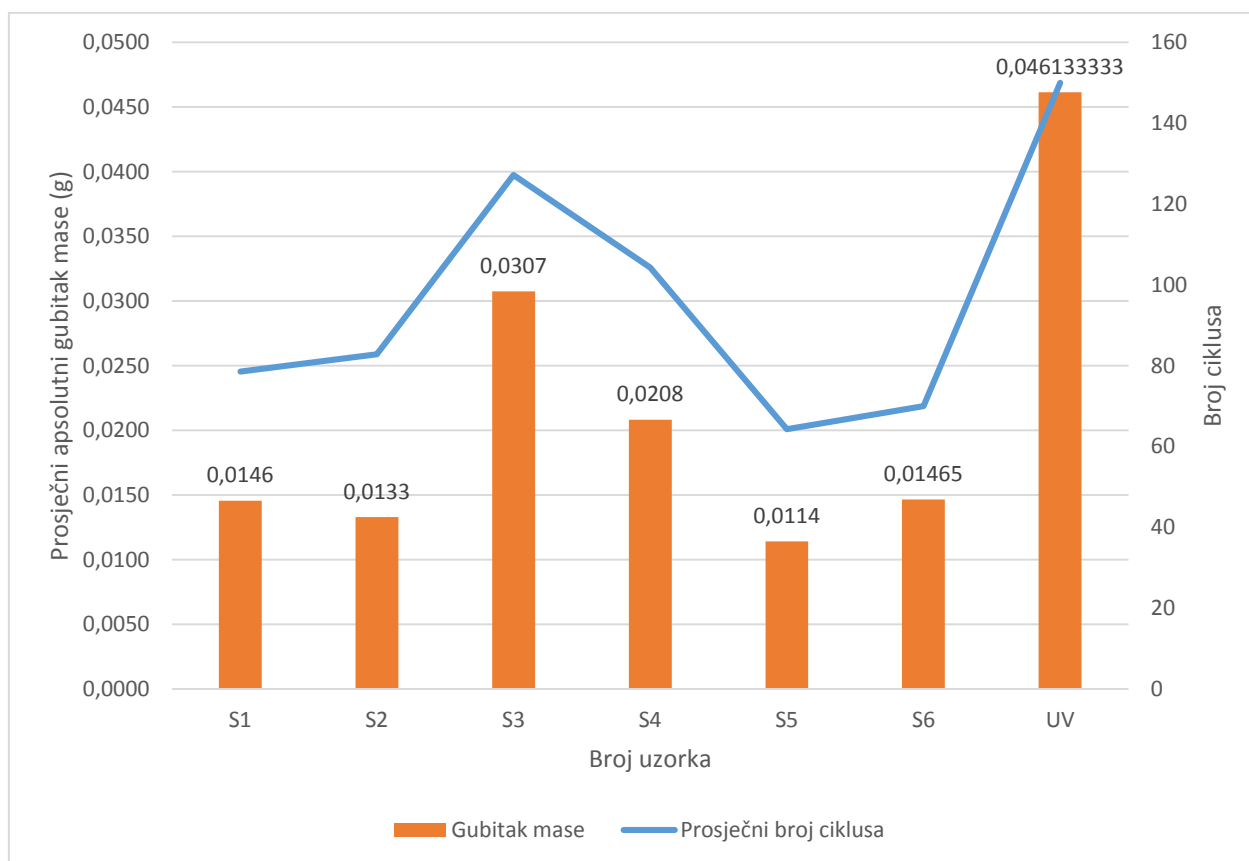
Gubitak mase po broju ciklusa omogućiti će rangiranje različitih varijanti ispitivanih ulja s obzirom na njihovu otpornost na abraziju. Postoji međutim i realna opasnost da u slučaju vrlo slabe otpornosti ulja na rezultate utječe i gubitak mase uslijed abrazije površinskog sloja drva. Zbog toga je na drvo prije nanosa ulja drvenom olovkom iscrtana mreža kojom bi nestala ukoliko bi završila abrazija ulja i započela abrazija drva.

4.2.1. Apsolutni gubitak mase

Apsolutni gubitak mase pokazuje nam ukupnu promjenu mase u trenutku potpune potrošenosti ulja na površini uzorka. Na slici 9. vidljiva je razlika u apsolutnim gubitcima mase koja se može pripisati vrsti ulja koje se nanosi na podlogu. Naime, ulja su različite specifikacije i kemijskog sastava, različitim načinima se nanose na podlogu kao i u različim masenim omjerima.

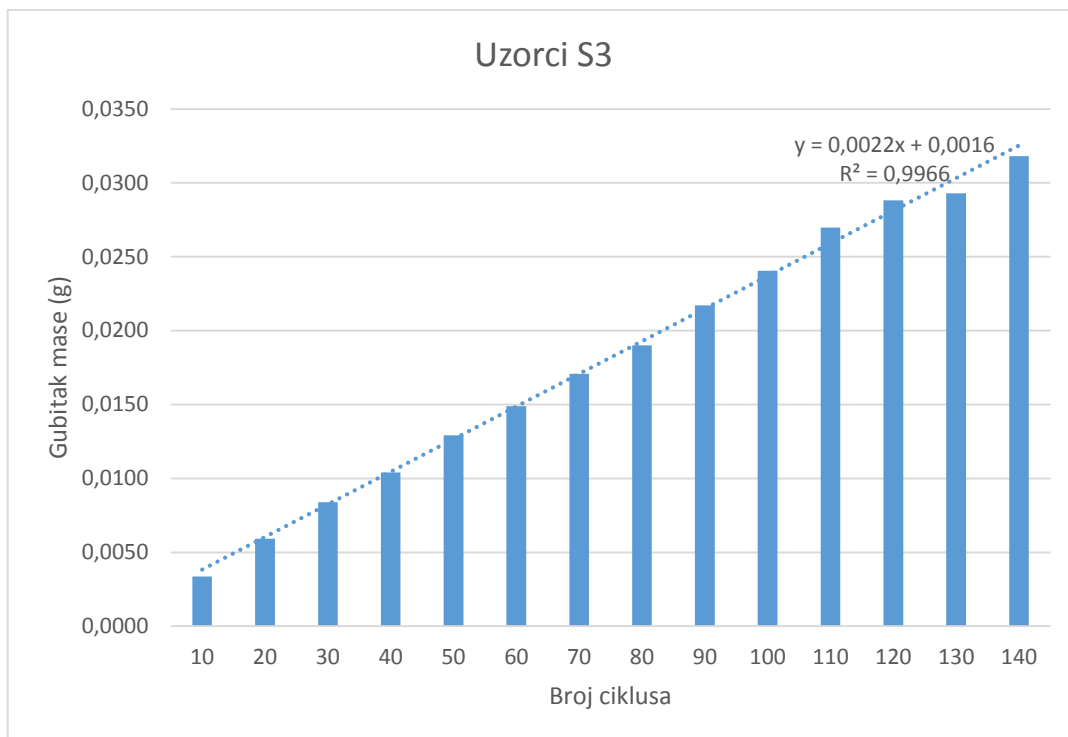


Slika 9: Apsolutni gubitak mase na potpuno potrošenom uzorku

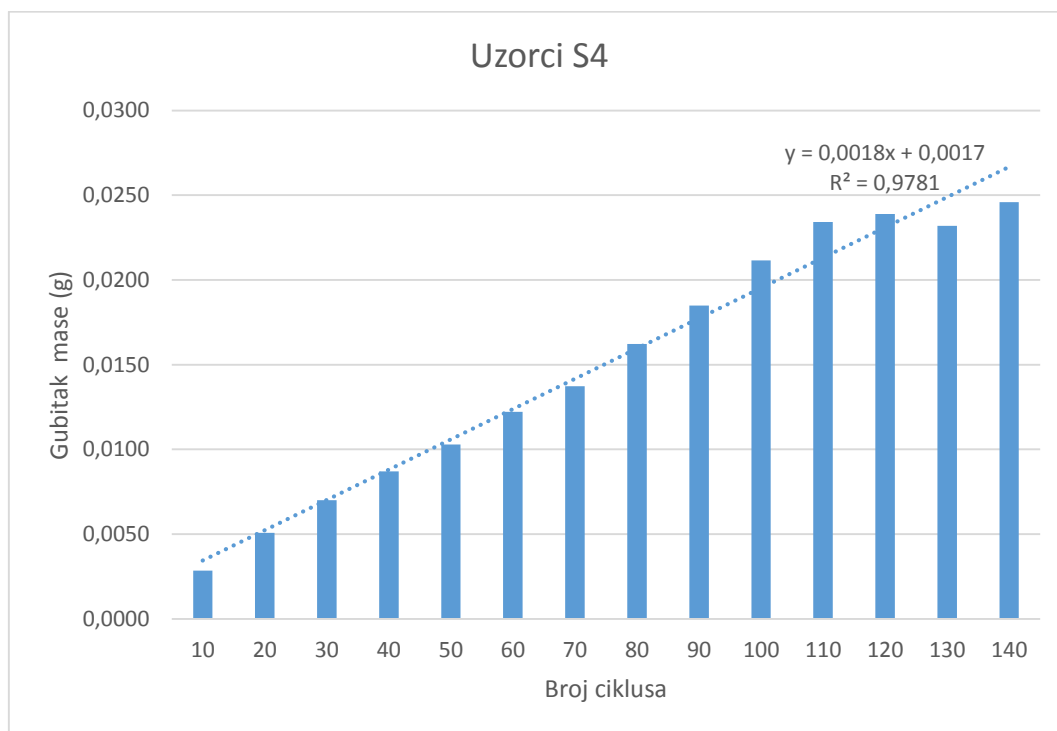


Slika 10. Apsolutni gubitak mase i ukupan s broj ciklusa

Usporedbom apsolutne potrošenosti uzorka o broju ciklusa vidljiva je poveznica s brojem ciklusa. Na slici 10. vidljivo je da povećanjem broja ciklusa dolazi do povećanja skinute mase ulja s uzorka. Ipak, potrebno je razlikovati broj ciklusa u kojem je došlo do toga trošenja. Ukoliko bi se dalje nastavilo s abrazijom nastavilo bi se trošenje uzorka, ali više se ne bi trošilo ulje, već bi dolazilo do trošenja drva što nije cilj promatranja ovog istraživanja. Na lici 11. vidljivo je linerano trošenje po ciklusima dok se na slici 12. primjećuje razlika u krivulji trošenja u trenutku kada počne trošenje drva, a završava trošenje premaza.



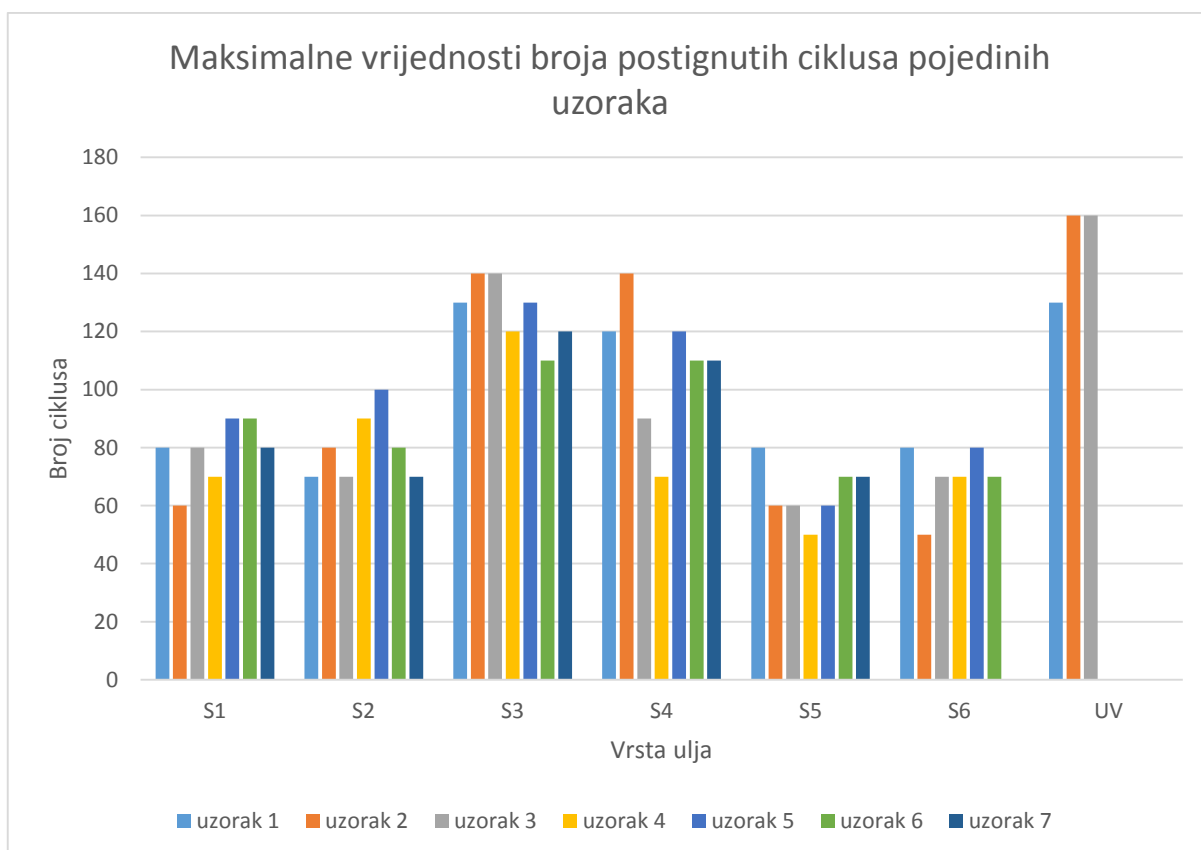
Slika 11: Linearno trošenje uzorka S3 ulja Rubio 2K + Clear seal



Slika 12: Linearno trošenje uzorka S4 ulja Loba Markant s promjenom trošenja na 13. ciklusu

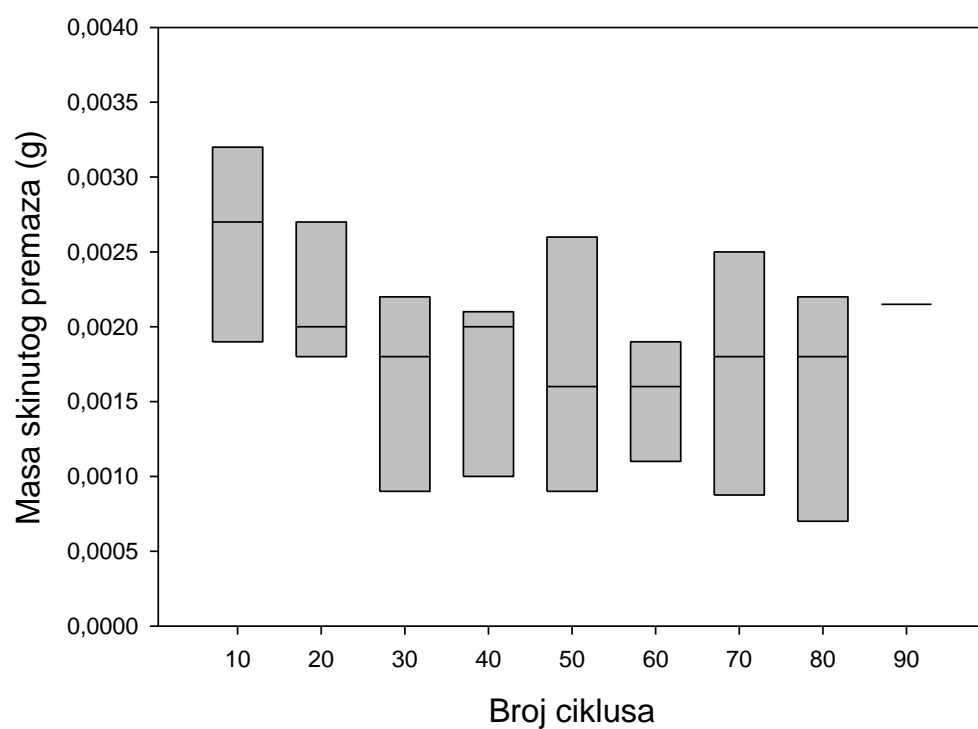
4.2.2. Gubitak mase po broju ciklusa

Gubitak mase po broju ciklusa pokazuje nam promjenu mase nakon svakih 10 ciklusa. Na slikama 14. do 20. vidljiva je razlika u trošenjima različitih vrsta ulja. Najveći gubitak mase nastaje nakon prvih 10 ciklusa trošenja gdje je kod svih pet uzoraka nastala najveća promjena mase. Potom je gubitak mase tijekom 20. do 80. ciklusa ujednačen ili se smanjuje. Ipak, gubitak mase se ponovno povećava nakon 80. ciklusa kada dolazi do zamjene brusnog papira nekorištenim. Tada dolazi do velikih rasipanja rezultata, te se povećava trošenje uzorka koje se potom opet vraća unutar granica statističke pogreške. Također je vidljivo da srednje vrijednosti gubitaka mase po broju ciklusa opada što govori da abrazivno sredstvo počinje trošiti drvo koje je tvrdi i čvršći materijal od uljnog premaza.



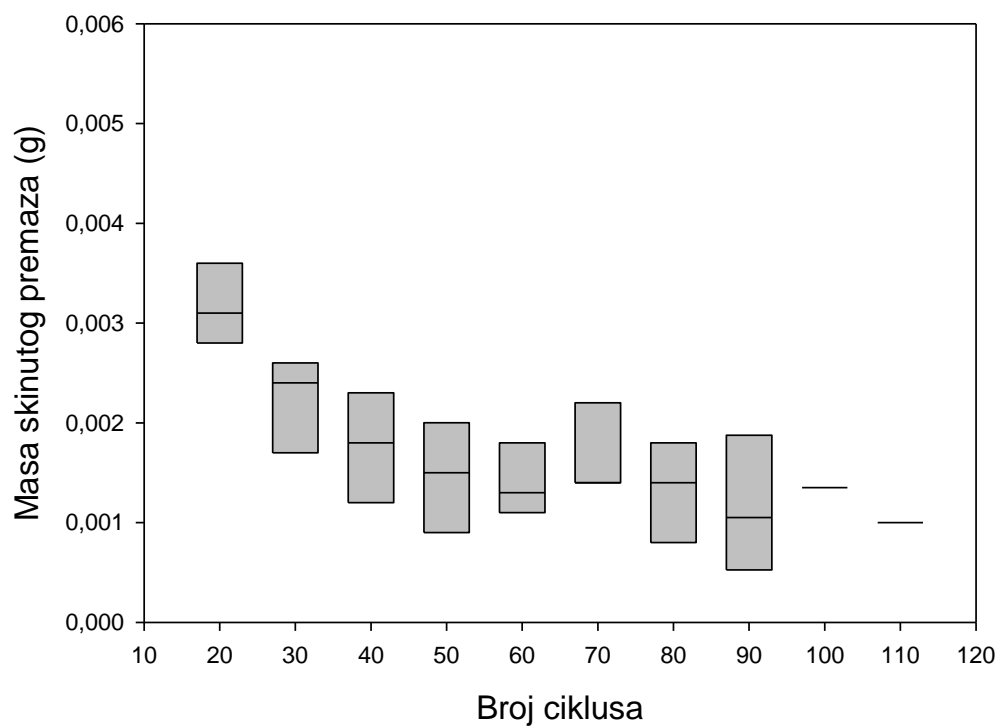
Slika 13: Maksimalne vrijednosti broja postignutih ciklusa pojedinih uzoraka

Uzorak S1



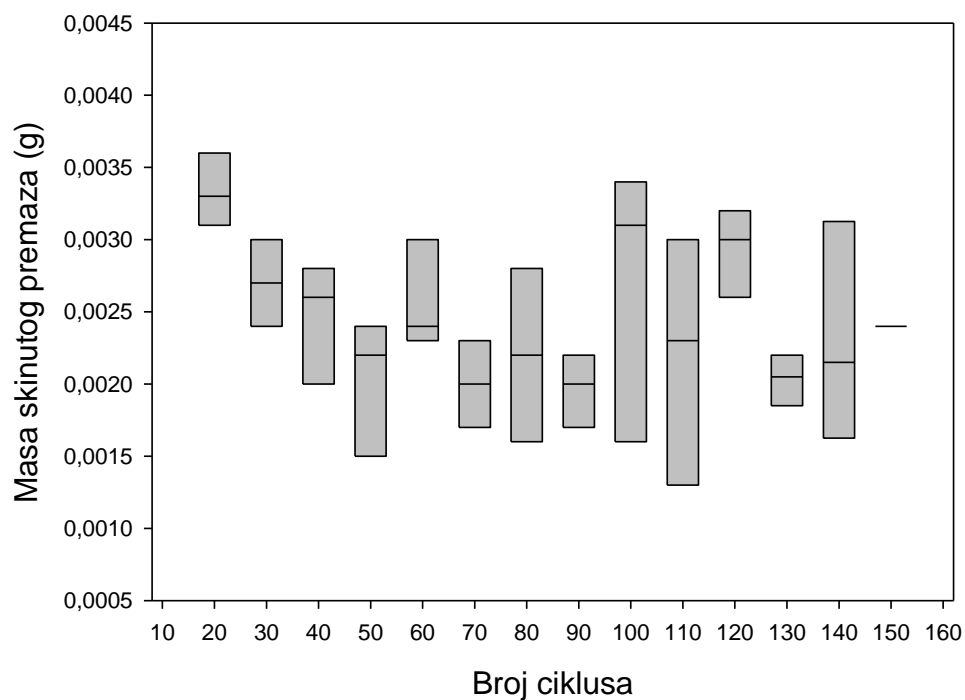
Slika 14: Prosječno trošenje uzorka S1 po broju ciklusa

Uzorak S2



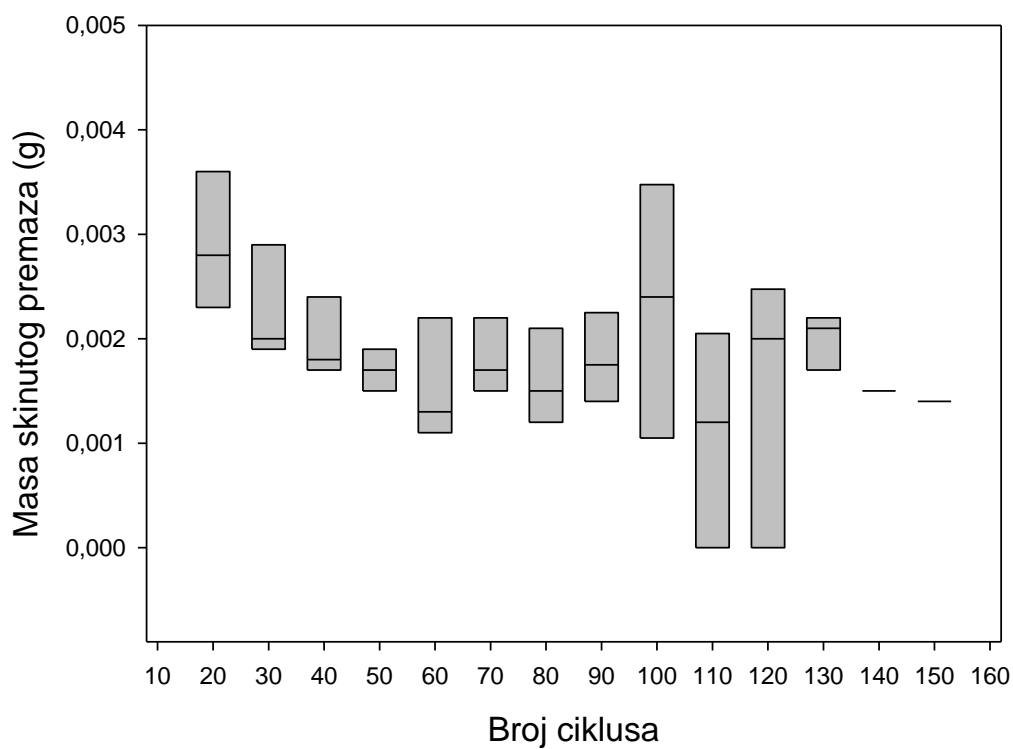
Slika 15: Prosječno trošenje uzorka S2 po broju ciklusa

Uzorak S3



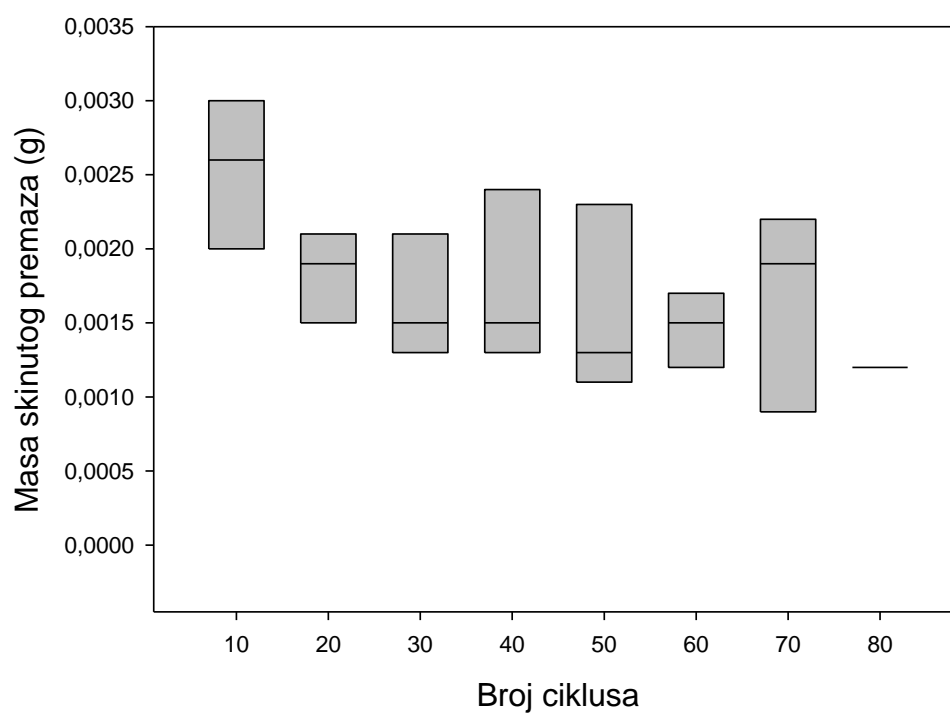
Slika 16: Prosječno trošenje uzorka S3 po broju ciklusa

Uzorak S4



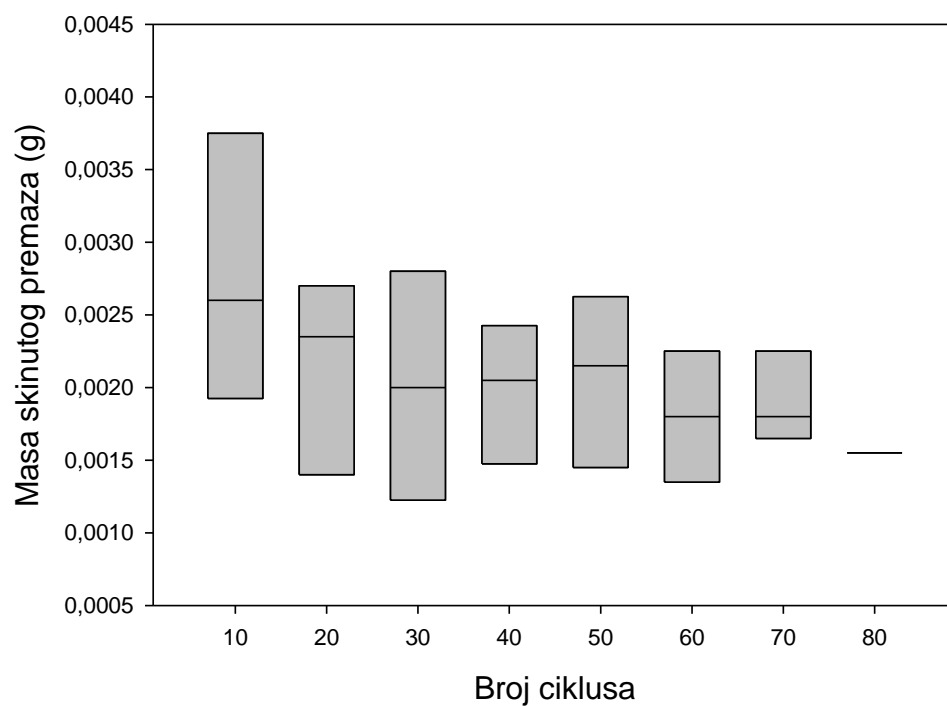
Slika 17: Prosječno trošenje uzorka S4 po broju ciklusa

Uzorak S5



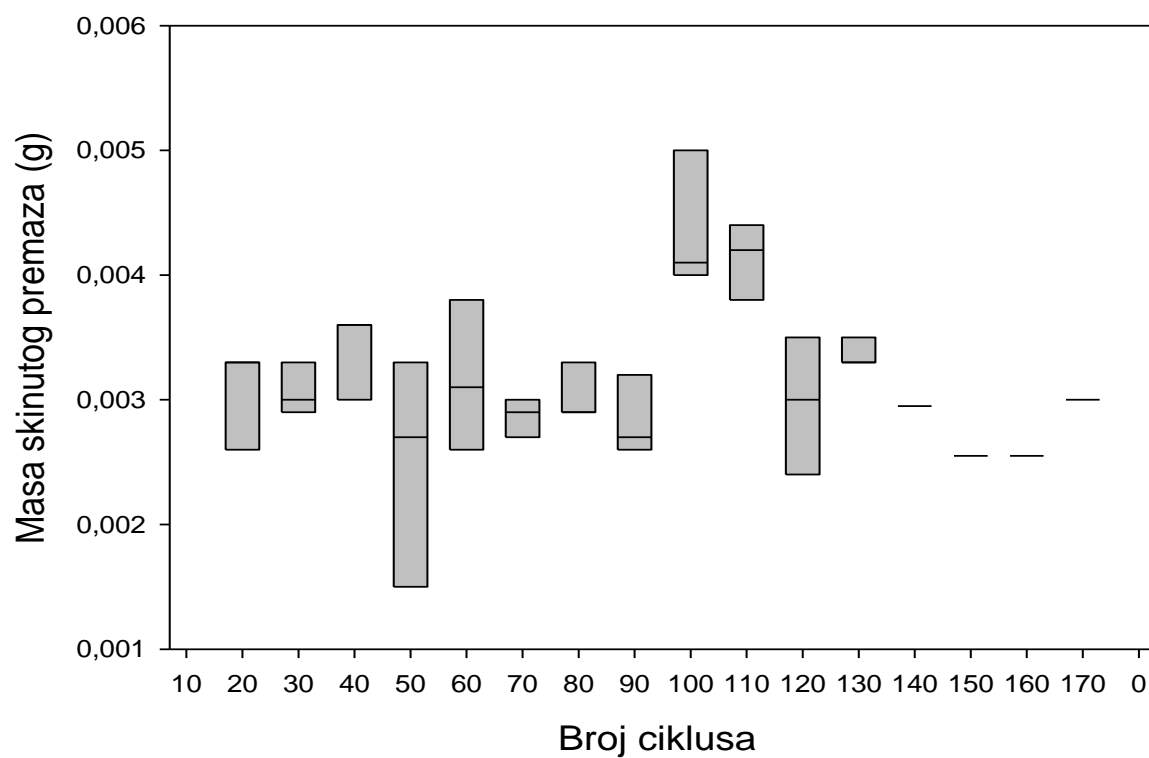
Slika 18: Prosječno trošenje uzorka S5 po broju ciklusa

Uzorak S6



Slika 19: Prosječno trošenje uzorka S6 po broju ciklusa

Uzorak UV ulje



Slika 20: Prosječno trošenje uzorka UV ulje po broju ciklusa

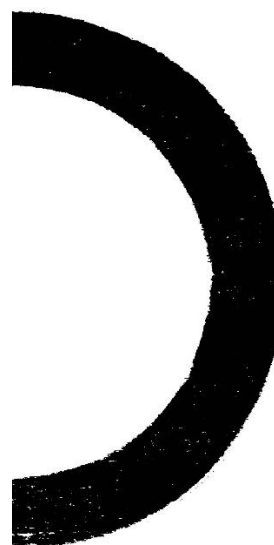
4.3. Metilensko plavilo

Dodatnim tretmanom uzoraka metilenskim plavilom te fotografiranjem i obradom istih u tablicama 6. do 10. su dani postotci potrošenosti po vrsti uzoraka. S6B je referentni uzorak na kojemu je brušeno samo drvo te je njegova potrošenost 100%. Dalje su uspoređivani uzorci S1, S2, S3, S4 i S5 te se promatra njihov stupanj potrošenosti prema fotografiji. Uzorke S6 i UV ulje nismo uspoređivali ovom metodom zbog nedovoljnog broja uzoraka.

Na slici 21. vidljiva je potrošenost uzorka S6B. Uzorak je potpuno potrošen, a metilensko plavilo nanoseno je na polovicu uzorka. Dio na koji je nanoseno metilensko plavilo računalno je obrađen i vidljiva je 100% potrošenost uzorka (slika 22.). Sustav ulja S6 vrlo je dobar za ovu usporedbu jer je to vodonepropusno ulje te se metilensko plavilo nije razlilo kroz ostatak uzorka. Zbog toga se mogao napraviti dobar kontrast između drva i metilenskog plavila.



Slika 21: Uzorak S6-B



Slika 22: Uzorak S6-B nakon obrade fotografije

Tablica 6: Potrošenost uzoraka S1 nakon određenog broja ciklusa

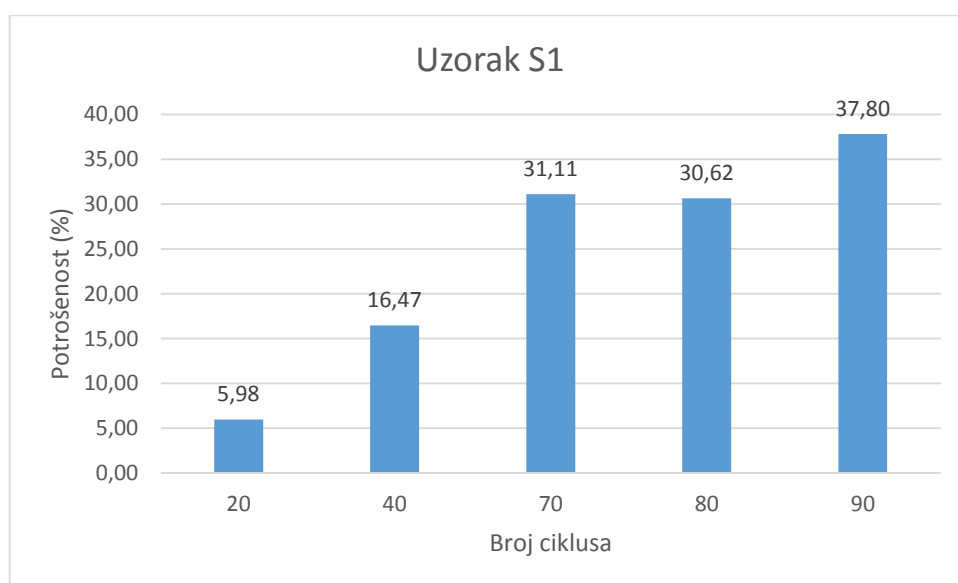
| Uzorak | Broj ciklusa | Potrošenost (%) |
|--------|--------------|-----------------|
| S1-1 | 90 | 37,80 |
| S1-2 | 80 | 30,62 |
| S1-3 | 70 | 31,11 |
| S1-4 | 40 | 16,47 |
| S1-5 | 20 | 5,98 |



Slika 23: Uzorak S1-6 nakon 90 ciklusa



Slika 24: Uzorak S1-6 nakon obrade fotografije



Slika 25: Potrošenost uzorka S1 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Tablica 7: Potrošenost uzoraka S2 nakon određenog broja ciklusa

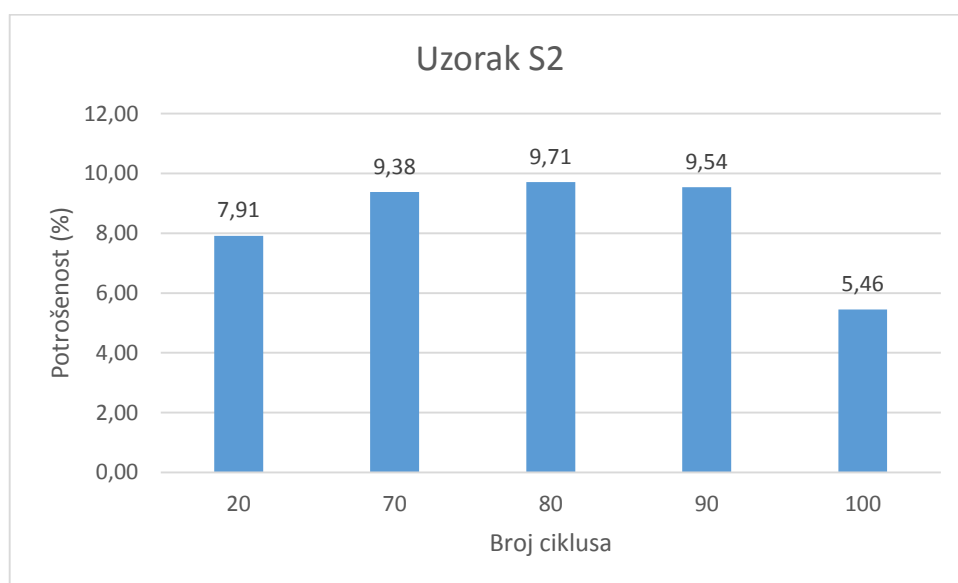
| Uzorak | Broj ciklusa | Potrošenost (%) |
|--------|--------------|-----------------|
| S2-1 | 100 | 5,46 |
| S2-2 | 90 | 9,54 |
| S2-3 | 80 | 9,71 |
| S2-4 | 70 | 9,38 |
| S2-5 | 20 | 7,91 |



Slika 26: Uzorak S2-4 nakon 90 ciklusa



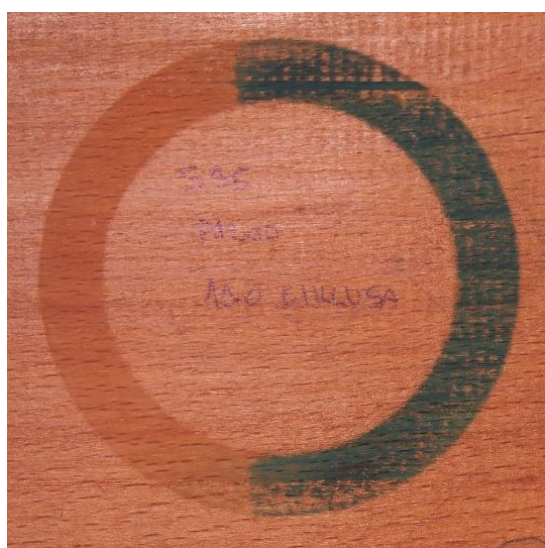
Slika 27: Uzorak S2-4 nakon obrade fotografije



Slika 28: Potrošenost uzorka S2 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Tablica 8: Potrošenost uzoraka S3 nakon određenog broja ciklusa

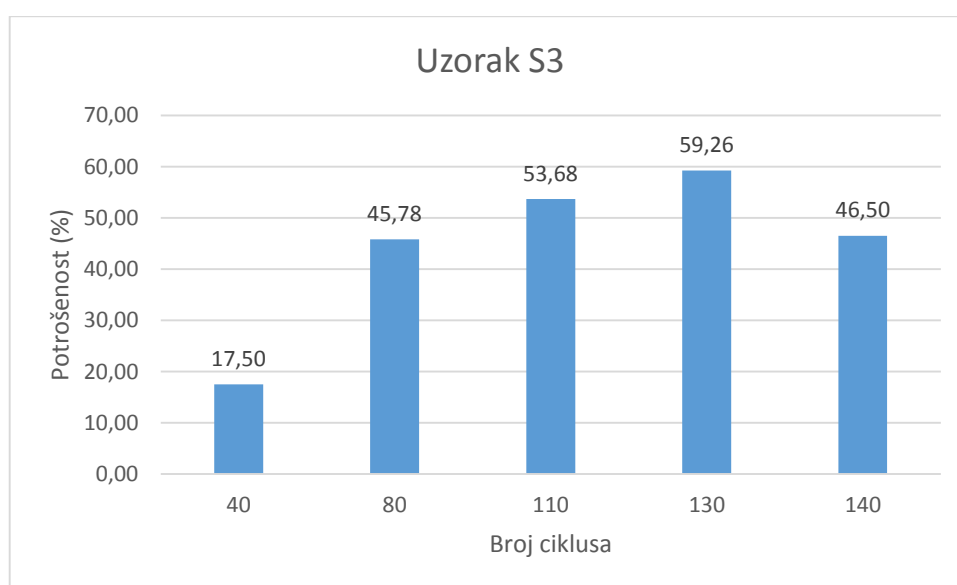
| Uzorak | Broj ciklusa | Potrošenost (%) |
|--------|--------------|-----------------|
| S3-1 | 140 | 46,50 |
| S3-2 | 130 | 59,26 |
| S3-3 | 110 | 53,68 |
| S3-4 | 80 | 45,78 |
| S3-5 | 40 | 17,50 |



Slika 29: Uzorak S3-3 nakon 90 ciklusa



Slika 30: Uzorak S3-3 nakon obrade fotografije



Slika 31: Potrošenost uzorka S3 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Tablica 9: Potrošenost uzoraka S4 nakon određenog broja ciklusa

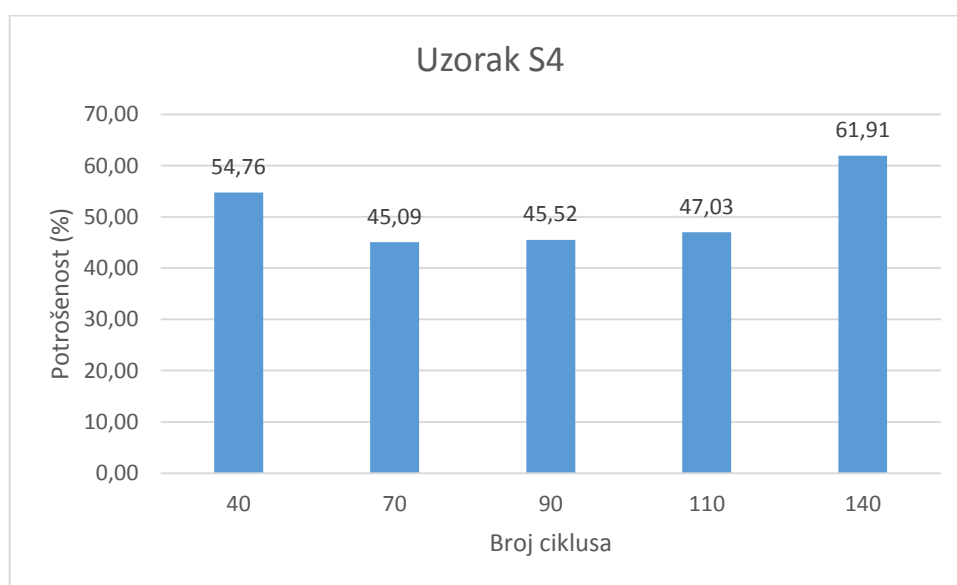
| Uzorak | Broj ciklusa | Potrošenost (%) |
|--------|--------------|-----------------|
| S4-1 | 140 | 61,91 |
| S4-2 | 110 | 47,03 |
| S4-3 | 90 | 45,52 |
| S4-4 | 70 | 45,09 |
| S4-5 | 40 | 54,76 |



Slika 32: Uzorak S4-2 nakon 90 ciklusa



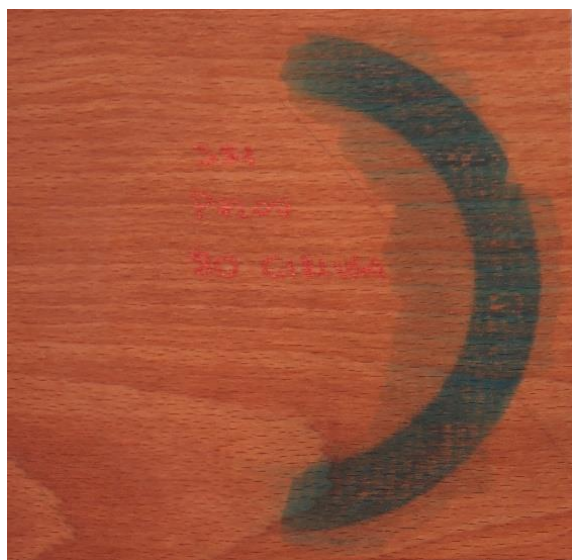
Slika 33: Uzorak S4-2 nakon obrade fotografije



Slika 34: Potrošenost uzorka S4 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

Tablica 10: Potrošenost uzoraka S5 nakon određenog broja ciklusa

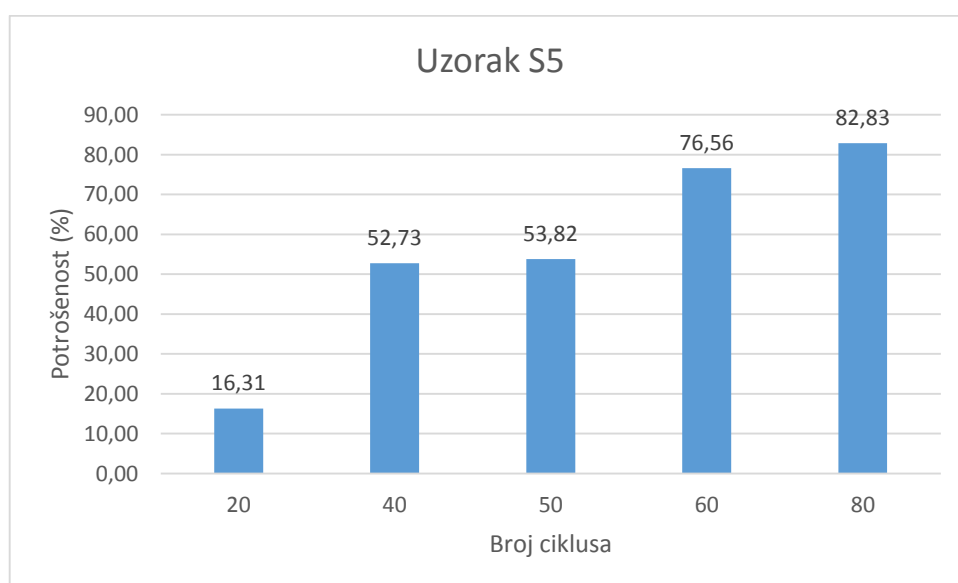
| Uzorak | Broj ciklusa | Potrošenost (%) |
|--------|--------------|-----------------|
| S5-1 | 80 | 82,83 |
| S5-2 | 60 | 76,56 |
| S5-3 | 50 | 53,82 |
| S5-4 | 40 | 52,73 |
| S5-5 | 20 | 16,31 |



Slika 35: Uzorak S5-2 nakon 90 ciklusa



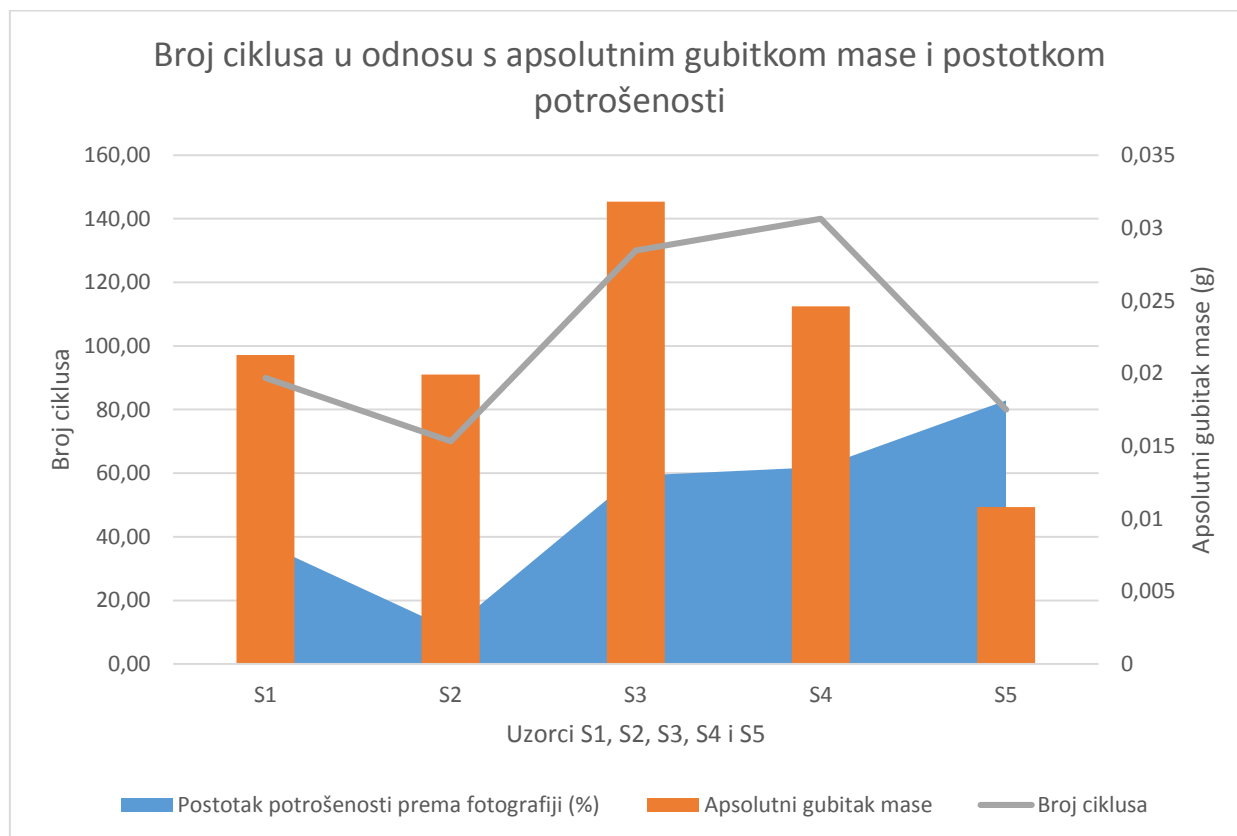
Slika 36: Uzorak S5-2 nakon obrade fotografije



Slika 37: Potrošenost uzorka S5 prema fotografiji u odnosu na broj ciklusa

5. Rasprava

Provedbom ovog istraživanja, analiziranjem mjerenja gubitaka mase te analizom fotografija utvrdila se određena povezanost između broja ciklusa, gubitaka mase te kranje potrošenosti uzorka što najbolje prikazuje slika 36. Ipak, rezultati nisu idealni te postoje odstupanja unutar samih uzoraka, unutar samog ciklusa mjerenja te na kraju i između različitih metoda ispitivanja što je vidljivo u grafu. Analizirajući slike 33. i 34. ipak se ne smije zaboraviti činjenica da fotografiranje uzorka nije 100% pouzdana metoda poput vaganja uzorka jer filtriranjem fotografije nestaje i dio boje plavila, a isto tako ne smije se zaboraviti da završna ocjena potrošenosti ipak ostaje u oku promatrača. Također ispitivanje potrošenosti metilenskim plavilom nije dalo najbolje rezultate zbog male vodoodbojnosti ulja te problemom što bez obzira na uzorak nepotrošenost uzorka ulje upija plavilo gotovo u mjeri kao i samo drvo (slika 35.). Upijanje metilenskog plavila na neabradiranoj površini događalo se samo na uzorcima S5 (ulje Loba 2K Impact), dok je na ostalim uzorcima metilensko plavilo nakon brisanja vlažnom krpicom ostalo samo na abradiranoj površini.



Slika 38: Broj ciklusa u odnosu s apsolutnim gubitkom mase i postotkom potrošenosti

6. Zaključci

Hipoteza ovog istraživanja djelomično je dokazana. Modifikacijom postojećih postupaka mogu se ispitivati uljem premazane drvene površine. Ipak, takve metode nisu dale željene rezultate i potvrdile su samo dio postavljenih ciljeva.

Drvene površine premazane uljem slabo su otporne na abraziju.

Brusni papiri veće granulacije skidaju manju masu uzorka te se povećava točnost mjerenja. Ipak, nema velike razlike između brusnih papira granulacije 320 i 800 te je zbog toga uzet brusni papir granulacije 1200 koji je pokazao značajnu razliku.

Metilensko plavilo nije efikasno kod određenih vrsta ulja jer zadržava tragove plavila i onemogućava efekt kakav se dobiva kod vodoodbojnih ulja i lakova. Zbog toga je obrada fotografija dala oprečne rezultate.

Postoji povezanost broja ciklusa i apsolutnog gubitka mase, ali gubitak mase dijelom ovisi i o količini nanosa ulja na drvenu podlogu.

Usporedbom dobivenih rezultata primjećuje se određena razlika između ulja, ali statistički gledano ona je vrlo mala ili gotovo beznačajna te se u nekim slučajevima može reći da se radi o rezultatima unutar statističke pogreške.

Ovakvim načinom mjerenja teško je utvrditi postojanost ulja na abraziju i usporediti je s lakovima iako se korištenjem finih brusnih papira mogu utvrditi razlike između ulja. Najveća razlika je između oksidativnih i UV ulja iako postoje i oksidativna ulja veće kvalitete. Zbog toga je potrebno nastaviti istraživanja kako bi se ustanovila pouzdana metoda temeljem koje bi se moglo rangirati ulja po otpornosti na abraziju međusobno, a onda i komparirati s lakovima.

Literatura

1. Athey, R. D., 1999: Testing coatings for abrasion and wear: The Technology of Anodizing Aluminium. Athey Technologies.
2. Bogner, A., 2011: Tehnologija finalne obrade drva. Zagreb. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 11.
3. Brischke, C.; Welzbacher, C. R.; Rapp, A. O. , 2004: A new method for the abrasion resistance of thermally modified wood, Workshop COST Action E37 Managing the Environmental Risk.
4. Franjić, J.; Škvorc, Ž. , 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 186. i 194.-196.
5. Galeković, F.: Održavanje uljanih podova, 2012.

URL: <http://pps-galekovic.hr/> (26.8.2017.)
6. Hasan, M., 2017: Ekološki aspekti zaštite drva: Šumarski fakultet, Zagreb.
7. ***2016: Oglasnik za normativne dokumente, Hrvatski zavod za norme.
8. Jambrečević, V., 2004: Drvne ploče i emisija formaldehida. Šumarski fakultet, Zagreb.
9. Lacković, V.; Zagorec, M. 2004: Trajnost parketa u zgradama: Građevinar 56.
10. Ljuljka, B.; Jirouš-Rajković, V., 2005: Osnove površinske obrade drva. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
11. Špoljarić, Z., 1987: Anatomija drva. Šumarski fakultet, Zagreb.
12. Tkalec, S.; Prekrat, S., 2000: Konstrukcije proizvoda od drva. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 36.
13. Živković, V.; Turkulin, H.; Galeković, J. 2015: Surface properties of thermally modified wood floorings, European Conference on Wood Modification.
14. Živković, V.; Turkulin, H.; Galeković, J. 2016: Slipperiness of TMT flooring boards: Species, sealers, test methods; Dresden.
15. *** 2007: Tehnološki procesi organske industrije, Kemijsko tehnološki fakultet Sveučilišta u Splitu
16. Alpod, 2017: Tehnička uputstva za čišćenje i održavanje podnih obloga od drveta.

URL: <http://www.alpod.hr/tehnicka-uputstva/upute-za-ciscenje-i-odrzavanje-podnih-obloga-od-drвета/> (16.8.2017.)

17. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, 2017: Otpadna ulja.

URL: http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/posebne_kategorije_otpada/otpadna_ulja/ (16.8.2017.)

18. Loba Oil Finishes, 2017: Technical specifications.

URL: <http://www.loba.de/en/products/floor-oils-and-waxes/oilwax-combination/product/markant-different-colours.html> (1.9.2017.)

19. Parket Petrina, 2017: Završna obrada parketa .

URL: <http://www.parket-petrina.hr/hr/news/567/zavrsna-obrada-lak-ili-ulje-kao-zastita-parketa/> (1.9.2017.)

20. Rubio Mono Ocat, 2017: Technical Specifications of Natural Oil Finish.

URL: <http://rubiomonocoat.com/en?reset&country=aa> (1.9.2017.)

10. Sažetak

U ovom diplomskom radu rađeno je istraživanje o otpornosti na abraziju uljenih drvnih podloga. Uljene drvene podloge vrlo su male trajnosti te je potrebna modifikacija postojećih metoda ispitivanja kako bi se mogle utvrditi razlike između pojedinih premaza. Koristeći abrazer, metilensko plavilo i fotografiju u ovom diplomskom radu došlo se do zaključaka o trajnosti ulja i o načinima ispitivanja. Zaključci istraživanja pokazuju da je ovakvim načinom ispitivanja uljenih podnih obloga na abraziju teško utvrditi postojanost ulja na abraziju i usporediti je s lakovima iako se korištenjem finih brusnih papira mogu utvrditi razlike između ulja. Najveća razlika je između oksidativnih i UV ulja iako postoje i oksidativna ulja veće kvalitete. Zbog toga je potrebno nastaviti istraživanja kako bi se ustanovila pouzdana metoda temeljem koje bi se moglo rangirati ulja po otpornosti na abraziju međusobno, a onda i komparirati s lakovima.

11. Summary

In this master thesis a study was created about abrasion resistance of oil protected wood floorings. Oil protected wood floorings have very low durability and because of it a modification of existing test methods is needed to determine the differences between individual coatings. Using abraser, methylene blue and photography in this master thesis conclusions on oil durability and test methods were made. Conclusions of research show that using such a method for testing oil protected wood floorings on abrasion is difficult to determine the abrasion resistance of oil and compare it to varnishes, although using the fine sanding paper can determine the differences between oil. The biggest difference is between oxidative and UV oil although there are higher quality oxidative oils. Therefore, it is necessary to continue the research to establish a reliable method based on which the abrasion resistance oils could be ranged between each other and then compared with varnishes.